Aula 5

ESTUDO DAS ALGAS DA DIVISÃO CHAROPHYTA

META

A presente aula tem por meta caracterizar as algas da divisão Charophyta.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

reconhecer as principais características das algas constituintes da divisão Charophyta.

PRÉ-REQUISITOS

Conhecimento básico sobre a biologia das algas.

Acima, uma foto de uma Charophyta.
(Fontes: http://lh5.ggpht.com)

INTRODUÇÃO

Atualmente é amplamente aceito que as Charophyta são o grupo irmão das plantas terrestres, mas ainda existe controvérsia sobre qual das suas ordens seria mais próxima das plantas terrestres (Charales x Coleochaetales).

Há uma corrente de cientistas que acreditam que dentre as algas verdes que são incluídas nessa linha evolutiva, a Ordem Coleochaetales é a que apresenta características bioquímicas e ultraestruturais mais próximas de um possível ancestral das plantas vasculares. O gênero Coleochaete, representante atual dessa ordem, apresenta: i) características ultraestruturais semelhantes às plantas vasculares; ii) reprodução oogâmica, com ciclo haplobionte haplonte; iii) apenas um anterozoide por anterídio; iv) zigoto protegido por células estéreis. Este germina na planta mãe através de meiose, formando 8-32 zoósporos biflagelados; v) talo parenquimatoso, pelo menos para algumas espécies (as outras espécies são filamentosas).

Uma das possíveis explicações para a origem das plantas terrestres a partir de um ancestral com características semelhantes ao gênero Coleochaete seria o atraso na meiose, possibilitando o desenvolvimento de um esporófito a partir do zigoto.

Embora tanto as Coleochaetales quanto as Charales mostrem muitas similaridades com as briófitas e as plantas terrestres, estudos de algumas sequências de DNA indicam que as Charales estão mais intimamente relacionadas a elas do que as Coleochaetales. Aparentemente, Charales são as parentes vivas mais próximas das primeiras plantas.

Acima, um exemplo da divisão das charophytas ao lado de uma régua, para ter a dimensão de tramanho.
(Fontes: http://de.academic.ru)

DIVISÃO CHAROPHYTA

A relação de parentesco entre si e com as briófitas e as plantas vasculares é revelada por muitas similaridades estruturais, bioquímicas e genéticas. Essas incluem a presença de células flageladas assimétricas, algumas das quais têm estruturas multiestratificadas características.
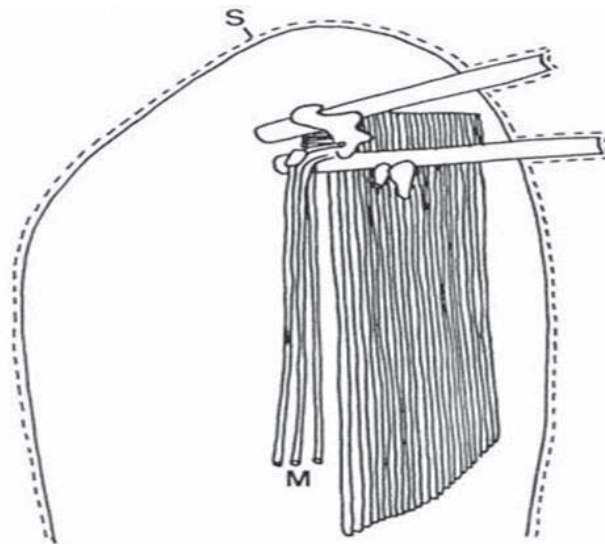
Figura 1. Desenho esquemático da vista lateral do aparato flagelar de Charophyta, célula com escama e com uma raiz larga e outra pequena (multiestratificada) e o flagelo se extendendo até o ângulo de inserção. (S) escamas; (Extraído e modificado de Lee 2008).

Outras similaridades são a quebra de envoltório nuclear na mitose, fusos persistentes ou fragmoplastos na citocinese, presença de cutícula bem como outras características moleculares.
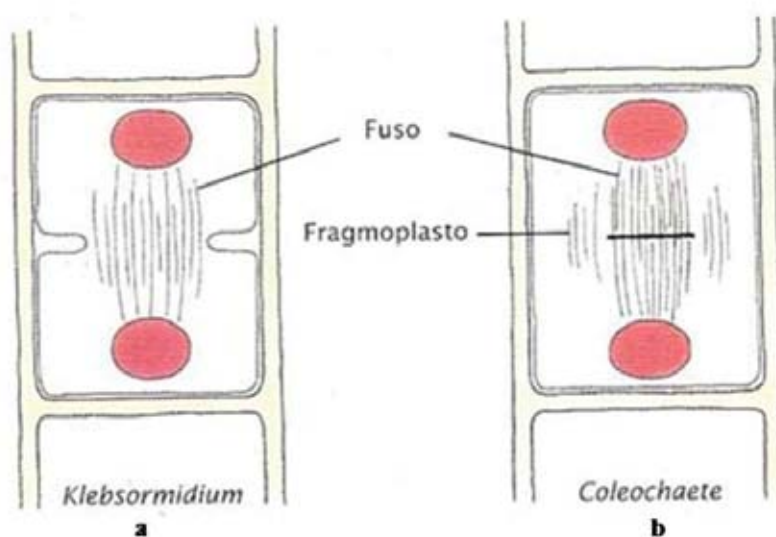
Figura 2. Citocinese em Charophyta. (a) nos membros mais simples de Charophyta, tais como Klebsormidium, o fuso mitótico é persistente e os núcleos filhos estão relativamente afastados um do outro. A citocinese ocorre por sulco. (b) em carófitas evoluídas, tais como Coleochaetee Chara, tem um fragmoplasto semelhante ao das plantas e a citocinese ocorre pela formação da placa celular, como nas plantas. (Extraído de Raven et al. 2007).

Estudos morfológicos e moleculares indicam que cedo ocorreu uma divergência basal nas algas verdes, dando origem ao clado clorófita e ao clado estreptófita (Streptophyta). O clado clorófita contém a maioria das algas verdes, enquanto o clado estreptófita consiste nas algas carofíceas Coleochaetales e Charales, nas Zygnematales, em alguns membros que cedo divergiram da linhagem das carofíceas, nas briófitas e nas plantas vasculares.
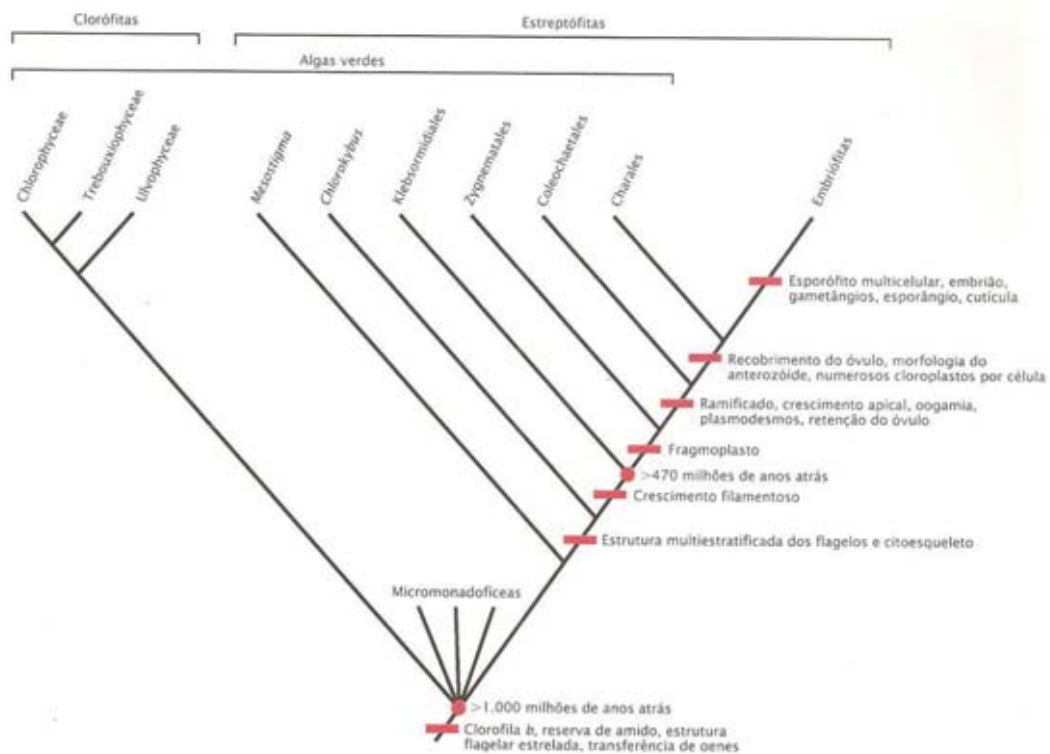
Figura 3. Esta árvore filogenética, ou cladograma, mosta a separação basal das algas verdes nos clados clorófita e estreptófita e a relação de certas algas verdes com as embriófitas (briófitas e plantas vasculares). Alguns caracteres compartilhados pelo mebros do clado estreptófita são indicados. (Extraído de Raven et al. 2007).

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

- Eucariotas;
- Células móveis assimétricas com flagelos laterais;
- A base do flagelo consiste de uma banda grande e uma pequena de microtúbulos;
- Fragmoplasto: após a divisão celular, o aparato do fuso nuclear não se desagrega, mas permanece, mantendo os dois núcleos filhos separados, enquanto a nova parede celular e formada, geralmente através de um depósito em forma de placa;
- Presença da enzima glicolato oxidase.

OCORRÊNCIA

As Charophyta não ocorrem em ambiente marinho. Maioria em ambiente dulciqauícola, fazendo parte do fitoplâncton ou perifiton. Podem ser encontradas em águas salobras, ácidas, solos úmidos, epífitas, epilíticas, subaéreas e neve.

As desmídias são mais abundantes e diversificadas em brejos e tanque pobres em nutrientes minerais. Algumas estão associadas com bactérias, possivelmente simbiônticas, que vivem dentro das bainhas mucilaginosas.

MORFOLOGIA

As Charophyta consistem em organismos unicelulares, coloniais, filamentosos e parenquimatosos.

Os membros que divergiram cedo da linhagem das carofíceas parecem incluir Mesotigma, Chlorokybus e Klebsormidium. Mesostigma é um flagelado uniclelular de água doce, com escamas; Chlorokybus, uma alga verde terrestre e de água doce, raramente encontrada, consiste em pacotes de células agrupadas por mucilagem. Klebsormidium é um filamento não ramificado de água doce.

As desmídias constituem um grande grupo de algas Zygnematales de água doce relaciona a Spirogyra. Como Spirogyra, elas não têm células flageladas. Algumas desmídias são filamentosas, porém a maioria é unicelular. A maioria das células de desmídias consiste em duas seções ou semicélulas ligas por uma constricção estreita entre elas – o istmo.

ORGANIZAÇÃO CELULAR

- Parede celular - É constituída por celulose. A síntese desta celulose é em forma de roseta diferente das outras algas verdes, a qual é linear.
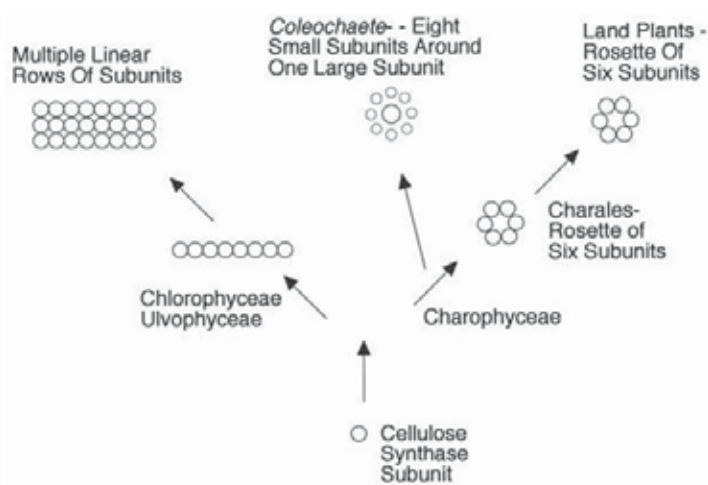
Figura 4 – Síntese da celulose em roseta tem evoluído em Charophyta, enquanto agregações lineares na membrana plasmática têm evoluído em Chlorophyta. (Extraído de Lee 2008).

- Cloroplastos - Possuem de um a muitos cloroplastos por célula. A forma é extremamente variável, constituindo um importante critério na classificação das carofíceas. Existem cloroplastos parietal, axial, estrelado, lobulado ou em forma de fita, simples ou espiralado. Os tilacoides estão em número de 2-6 como nas Chlorophyta.
- Pigmentos - Os pigmentos são muito semelhantes aos que encontramos em plantas vasculares e briófitas. Estão presentes as clorofilas a e b, e carotenoides, sendo o principal o β-caroteno (caroteno).
- Pirenoides - Presente ocorrendo de um (Klebsormidium) a vários por cloroplasto.
- Produto de Reserva - O produto de reserva é o amido, semelhante ao encontrado em plantas vasculares e briófitas. É armazenado dentro do cloroplasto.
- Flagelo – Só estão presentes na fase reprodutiva, são lisos, desiguais e assimétricos. Estão em número de dois e inseridos unilateralmente na célula. Apresenta uma raiz microtubular com banda grande e pequena, mostrando uma estrutura multiestratificada.

REPRODUÇÃO E HISTÓRICO DE VIDA

As Charophyta se reproduzem por reprodução vegetativa, espórica e gamética, neste caso a reprodução é do tipo oogâmica.

Ocorre reprodução vegetativa por divisão celular e fragmentação. Através da formação de “bulbilhos”, na porção basal do talo de forma estrelada repleta de amido, que assegura a multiplicação vegetativa em Charales.

Em Charophyta há a formação de fragmoplasto. Na fase final da divisão celular (telófase), os núcleos seguem para cantos opostos, deixando um conjunto de microtúbulos no equador da célula. A parede celular se forma, então, transversalmente ao feixe de microtúbulos do centro para a periferia. Outra característica importante é a presença de plasmodesmos, canais intercelulares formados pelo retículo endoplasmático durante a divisão celular.

Figura 5. Divisão celular em Micrasterias thomasiana. A metade menor de cada indivíduo filho crescerá até o tamanhp da metade maior, atingindo o tamanho da espécie. (Extraído de Raven eet al. 2007).

Espórica pela formação de zoósporos biflagelados em Chorokybophyceae, Klebsormidiophyceae e Coleochaete e aplanosporos em Zygnematophyceae.

As algas verdes pertencentes à ordem Zygnematales apresentam reprodução sexuada por conjugação, sendo as únicas entre as algas. O conteúdo das duas células ligadas pelo tubo funcionam como isogametas. A fecundação pode ocorrer no tubo, ou um dos gametas pode migrar para dentro do outro filamento, onde a fecundação acontece.

Em Charales e Coleochatales, após a fertilização da oosfera, as células do oogônio aumentam em espessura, formando uma bainha em torno do zigoto. Essas células morrem, formando uma parede que pode conter esporopolenina e, em algumas espécies, o zigoto fica retido no talo do gametófito até sofrer meiose. Existem também evidências do transporte de açucares através das células ventrais do oogônio para o zigoto.

O ciclo de vida das Charophyta é do tipo haplonte.
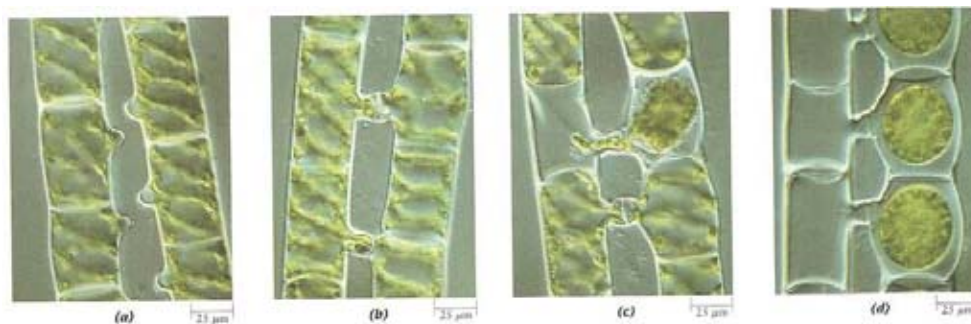
Figura 6. Reprodução sexuada em Spirogyra. (a), (b) formação de tubos de conjugação entre as células de filamentos adjacentes; (c) o conteúdo das células do parental - (à esquerda) passa através destes tubos para dentro das células do parental +; (d) a fecundação ocorre dentro dessas células. (Extraído de Raven et al. 2007).

Os zigotos ficam envoltos por paredes grossas que contêm esporopolenina. Essa substância protetora é o biopolímero mais resistente conhecido. A esporopolenina possibilita aos zigotos sobreviverem em condições severas por longos períodos antes da germinação, que ocorre quando as condições melhoram. A meiose é zigótica, como em todos os membros de Charophyta.

Nas desmídias a divisão celular e a reprodução são muito similares às de Spirogyra.

Figura 7. Reprodução sexuada em Desmídeas. As células envolvidas abrem-se a partir do istmo, liberam seu protoplasto juntamente com mucilagem, ocorrendo a fecundação. (Fonte I. B. Oliveira, LAFICO, UEFS).

CONCLUSÃO

Como você pode notar muito provavelmente, as briófitas e plantas vasculares evoluíram de um membro extinto das Charophyta que, em muitos aspectos, assemelha-se a membros das Coleochaetales e Charales. Essas incluem a presença de células flageladas assimétricas, algumas das quais têm estruturas multiestratificadas características. a quebra de envoltório nuclear na mitose, fusos persistentes ou fragmoplastos na citocinese, presença de cutícula bem como outras características moleculares. Estudos morfológicos e moleculares indicam que cedo ocorreu uma divergência basal nas algas verdes, dando origem ao clado clorófita e ao clado estreptófita (Streptophyta). O clado clorófita contém a maioria das algas verdes, enquanto o clado estreptófita consiste nas algas carofíceas Coleochaetales e Charales, nas Zygnematales, em alguns membros que cedo divergiram da linhagem das carofíceas, nas briófitas e nas plantas vasculares.

RESUMO

Neste capítulo vimos um pouco mais sobre as algas verdes da divisão Charophyta. Fizemos uma caracterização geral do grupo, abordando aspectos evolutivos, morfológicos, reprodutivos e de ciclo de vida. Vimos também que o ancestral das plantas terrestres estaria certamente dentre as algas verdes, mais precisamente dentre as carófitas, exclusivamente haplontes e oogâmicas. Dentre as cinco ordens de carófitas, as mais relacionadas

às embriófitas são as Coleochaetales (15 espécies) e as Charales (400). As carófitas parecem formar um grado em relação às embriófitas e juntas com eles compõem as estreptófitas. Fósseis desse grupo são registrados desde o Siluriano.

ATIVIDADES

Visto o conteúdo, vamos realizar um exercício aplicando os conceitos estudados nesta aula.
1. Quais as características que Coleochaete e Chararales compartilham com as briófitas e as plantas vasculares?
2. Defina o processo de reprodução por conjugação.
3. Quais as diferenças básicas entre Charophyta e Chlorophyta?
4. Diferencie cada um dos seguintes termos: oogônio/anterídio; ficoplasto/fragmoplasto.

PRÓXIMA AULA

Na próxima aula daremos o estudo das plantas terrestres, trataremos sobre a origem, evolução e aquisição de adaptações para a conquista do ambiente terrestre, além caracterizarmos aos grupos constituintes das briófitas.

AUTOAVALIAÇÃO

Antes de passar para o próximo capítulo faça uma revisão dos assuntos abordados nesta aula, através de pesquisa sobre os grupos estudados. Só prossiga após realmente ter entendido todos os conceitos abordados nesta aula.

REFERÊNCIAS

BOLD, H.C. 1972. O reino vegetal. Editora Edgard Blucher Ltda. EDUSP, São Paulo. 189p.
GIFFORD, E.M. & FOSTER, A.S. 1996. Morphology and evolution of vascular plants. 3ed. W.H. Freeman and Company, New York. 626p.
JOLY, A.B. 1987. Botânica: Introdução à taxonomia vegetal. 8ed. Companhia Editora Nacional, São Paulo. 777p.
LEEDALE, G.F. 1974. How many are the kingdoms of organisms? Taxon 23: 261-270.
MARGULIS, L. & SCHWARTZ, K.V. 2001. Cinco reinos: um guia ilustrado dos filos da vida na Terra. 3a ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

MATTOX, K.R. & STEWART, K.D. 1984. Classification of the green algae: a concept based on comparative cytilogy. In: Irvine, D.E.G. & John, D.M. (eds) Systematics of the green algae. London: Academic Press. p. 29-72 (The Systematics Association Special Volume no 27).
OLIVEIRA, E.C. 1996. Introdução à Biologia Vegetal. EDUSP, São Paulo. 224p.
RAVEN, P.H.; EVERT, R.F. & EICHHORN, S.E. 2007. Biologia Vegetal. 7ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 728p.
ROUND, F.E. 1971. The taxonomy of the Chlorophyta, 2. British Journal of Phycology, 6 (2): 235-264.
SCAGEL, R.F., BANDONI, R.J, MAZE, J.R., ROUSE, G.E., SCHOFIELD, W.B., STEIN, J.R. 1982. Plantas no Vasculares, Editora Omega S.A.
SMITH, G.M. 1987. Botânica Criptogâmica. I volume. Algas e Fungos. 4ed. Fundação Calouste Gulbekian, Lisboa. 527p.
SMITH, G.M. 1987. Botânica Criptogâmica. II volume. Briófitas e Pteridófitas. 4ed. Fundação Calouste Gulbekian, Lisboa. 386p.
VAN DEN HOEK, C., MANN, D.G. & JAHNS, H.M. 1995. Algae. An introduction to phycology. Cambridge University Press, Cambridge.